

【特許請求の範囲】

【請求項1】 改質管と燃焼室とを有し、改質管で燃料ガスを水素を含むアノードガスに改質する改質器と、アノード側とカソード側とを有し、アノードガスと酸素を含むカソードガスとから発電する燃料電池と、燃料電池のアノード側を通過したアノード排ガスを前記改質器の燃焼室に供給するアノード排ガスラインと、前記燃焼室を出た燃焼排ガスに空気を混合したカソードガスを燃料電池のカソード側に供給するカソードラインと、を備える燃料電池発電設備のガス濃度制御方法であって、前記改質器の燃焼室に炭化水素燃料を供給する燃料ラインを更に備え、燃料電池の発電開始の一定時間前から発電開始の一定時間後まで前記燃料ラインから炭化水素燃料を燃焼室に供給して燃焼させる、ことを特徴とする燃料電池発電設備のガス濃度制御方法。

【請求項2】 前記発電開始前の一定時間は、改質器の燃焼室から燃料電池のカソード側までガスが循環するのに要する時間よりも少なくとも長い、ことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電設備のガス濃度制御方法。

【請求項3】 前記発電開始後の一定時間は、燃料電池の燃料利用率がほぼ定格に達するまでの時間よりも少なくとも長い、ことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電設備のガス濃度制御方法。

【請求項4】 前記炭化水素燃料はメタンを主成分とする、ことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池発電設備のガス濃度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料電池発電設備のガス濃度制御方法に係わり、更に詳しくは、燃料電池のアノード側からカソード側に二酸化炭素を循環させるラインを有する熔融炭酸塩型燃料電池発電設備において二酸化炭素の濃度を制御する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】熔融炭酸塩型燃料電池は、高効率かつ環境への影響が少ないなど、従来の発電装置にはない特徴を有しており、水力・火力・原子力に続く発電システムとして注目を集め、現在世界各国で鋭意研究開発が行われている。特に天然ガスを燃料とする燃料電池発電設備は、都市部のビルやマンション等に分散配置し、都市ガスを燃料として発電と冷暖房を行うことにより、従来の送電に伴うロスが大幅に低減でき、かつ80%以上の熱効率を発揮できるシステムとして脚光を浴びている。

【0003】かかる発電設備は改質器と燃料電池とを備え、改質器により天然ガスを水素を含むアノードガスに改質し、このアノードガスと酸素を含むカソードガスとから燃料電池により発電し、その余熱により温水を製造

するものである。この燃料電池内での主な電池反応は、 $H_2 + CO_3^{2-} \rightarrow H_2O + CO_2 + 2e^-$ のアノード反応と、 $1/2 O_2 + CO_2 + 2e^- \rightarrow CO_3^{2-}$ のカソード反応であり、全体としては水素 (H_2) が水 (H_2O) に変わる反応である。従って、本質的に排ガスはクリーンであり、環境への影響は極めて少ない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記反応において、カソード側では二酸化炭素 (CO_2) を消費し、アノード側では二酸化炭素を発生するので、発電設備内で二酸化炭素をアノード側からカソード側へ循環させる必要がある。このため、従来の発電設備では、例えば図1に示すように、メタン (CH_4) 等の燃料ガス1を改質器2で水素を含むアノードガス3とし、このアノードガスを燃料電池4のアノード側(A)に供給してアノード反応に使用し、その排ガス(アノード排ガス5)をブロー6を用いて改質器2の燃焼室Cに供給し、アノード排ガスに残る可燃成分を別途供給される空気7で燃焼させ、その排ガス8に空気7を加えてカソードガス9とし、燃料電池4のカソード側(C)でカソード反応に用いていた。かかる方法により、燃料電池のアノード側で発生した二酸化炭素を改質器を介してカソード側に供給できるようになっていた。

【0005】しかし、かかる方法では、燃料電池の発電開始時にはカソードガス中の二酸化炭素の濃度が低く、燃料電池の燃料利用率が低い(例えば10%)問題点があった。すなわち、燃料電池の発電開始時にはアノード側での二酸化炭素の発生がないため、カソードガス中の二酸化炭素は、未反応のアノードガスの燃焼により発生する二酸化炭素だけであり、カソードガス中の二酸化炭素の濃度が低い問題点があった。

【0006】又、発電開始後にはアノード側で発生する二酸化炭素の量が徐々に増えるため、燃料利用率も徐々に高めることができるが、アノード側で発生した二酸化炭素がカソード側に循環されるまでの供給遅れが大きい(例えば1分以上)ため、燃料利用率を円滑に高め、発電負荷を一定速度で高めようするとカソード側の二酸化炭素が不足する状態になる問題点があった。このため、発電出力の円滑な上昇ができず、結果として燃料電池が定格出力を得るまでに時間がかかる問題点があった。

【0007】本発明は、かかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、燃料電池の発電開始時の燃料利用率を高め、かつアノード側からカソード側までの二酸化炭素の供給遅れを低減することができる、燃料利用率及び発電出力の円滑な上昇ができ、短時間に定格出力を得ることができる、燃料電池内のガス濃度制御方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、改質管

と燃焼室とを有し、改質管で燃料ガスを水素を含むアノードガスに改質する改質器と、アノード側とカソード側とを有し、アノードガスと酸素を含むカソードガスとから発電する燃料電池と、燃料電池のアノード側を通過したアノード排ガスを前記改質器の燃焼室に供給するアノード排ガスラインと、前記燃焼室を出た燃焼排ガスに空気を混合したカソードガスを燃料電池のカソード側に供給するカソードラインと、を備える燃料電池発電設備のガス濃度制御方法であって、前記改質器の燃焼室に炭化水素燃料を供給する燃料ラインを更に備え、燃料電池の発電開始の一定時間前から発電開始の一定時間後まで前記燃料ラインから炭化水素燃料を燃焼室に供給して燃焼させることを特徴とする燃料電池発電設備のガス濃度制御方法が提供される。

【0009】本発明の好ましい実施例によれば、前記発電開始前の一定時間は、改質器の燃焼室から燃料電池のカソード側までガスが循環するのに要する時間よりも少なくとも長い。また、前記発電開始後の一定時間は、燃料電池の燃料利用率がほぼ定格に達するまでの時間よりも少なくとも長い。更に、前記炭化水素燃料はメタンを主成分とする、ことが好ましい。

【0010】

【作用】上記本発明の方法によれば、改質器の燃焼室に炭化水素燃料を供給する燃料ラインを備え、燃料電池の発電開始の一定時間前から炭化水素燃料を燃焼室に供給して燃焼させるので、炭化水素燃料の燃焼により発生した二酸化炭素がカソードラインに供給され、カソードガス中の二酸化炭素の濃度を燃料電池の発電開始時から高めることができる。これにより、燃料電池の発電開始時であっても、カソードガス中の二酸化炭素を高く維持することができ、燃料利用率を高めることができる。

【0011】又、燃料電池の発電開始の一定時間後まで燃料ラインから炭化水素燃料を燃焼室に供給して燃焼させるので、発電開始後にアノード側で発生する二酸化炭素の量が十分増えるまで、炭化水素燃料の燃焼により二酸化炭素をカソード側に補給することができ、燃料利用率を円滑に高め、発電負荷を一定速度で高めることができる。従って、発電出力の円滑な上昇が可能となり、短時間に定格出力を得ることができる。

【0012】

【実施例】以下に本発明の好ましい実施例を図面を参照して説明する。図1は、本発明による方法を実施する燃料電池発電設備の全体構成図である。この図において、本発明による方法を実施する燃料電池発電設備は、改質管Reと燃焼室Coとを有し、改質管Reで燃料ガス1を水素を含むアノードガス3に改質する改質器2と、アノード側Aとカソード側Cとを有し、アノードガス3と酸素を含むカソードガス9とから発電する燃料電池4と、アノードガス3が燃料電池4のアノード側Aを通過したアノード排ガス5をブロー6により改質器2の燃焼

室Coに供給するアノード排ガスライン10と、燃焼室Coでアノード排ガス5が燃焼した燃焼排ガス8に空気7を混合したカソードガス9を燃料電池4のカソード側Cに供給するカソードライン12と、を備えている。かかる燃料電池発電設備の構成は、従来の発電設備と同様である。

【0013】図2は、上述した燃料電池発電設備における、燃料電池の起動特性を模式的に示す特性図である。この図において各線は上からアノードガス流量(Q)、燃料電池発電負荷(R)、燃料利用率(Uf)、供給二酸化炭素濃度(S)、必要二酸化炭素濃度(N)を示している。又、各線の下端水平線は、それぞれ最低流量(約30%)、負荷0、利用率0、供給最低濃度、濃度0、上端水平線は、それぞれ最大流量(100%)、最大負荷(100%)、最大利用率(約80%)、供給最大濃度、必要最大濃度を示している。更に、図において、横軸は時間経過を示しており、横軸の0、M、Fは、それぞれ発電開始時、燃料利用率の上昇完了時、定格出力運転時を示している。

【0014】図2から明らかなように、発電負荷(R)を発電開始時(O)から定格運転時(F)まで一定速度で上昇させようとする、発電開始時には燃料利用率は約10%と低く、Mの時点でほぼ定格に近い値(約73%)まで上昇し、その後は定格まで徐々に上昇する。発電開始時に燃料利用率が低い理由は、燃料電池の発電開始時にはアノード側での二酸化炭素の発生がないため、カソードガス中の二酸化炭素は、未反応のアノードガスの燃焼により発生する二酸化炭素だけであるためである。アノードガス流量(Q)はこの燃料利用率に対応して、Mの時点までは低く(約30%)、その後は一定の速度で100%まで上昇するように運転する。かかる運転において、図中にAで示すように、供給二酸化炭素濃度(S)より必要二酸化炭素濃度(N)が高くなる、すなわち二酸化炭素が不足する領域が発生することがわかった。更に、この原因は、アノード側で発生した二酸化炭素がカソード側に循環されるまでの供給遅れが大きい(例えば1分以上)ためであることがわかった。

【0015】図1において、本発明によれば、発電設備は更に、改質器2の燃焼室Coに炭化水素燃料、好ましくはメタン(CH_4)を主成分とする燃料を供給する燃料ライン14を備え、燃料電池4の発電開始(O)の一定時間前(T1)から発電開始(O)の一定時間後(T2)まで燃料ライン14から炭化水素燃料を燃焼室Coに供給して燃焼させる。発電開始前の一定時間(T1)は、改質器2の燃焼室Coから燃料電池4のカソード側Cまでガスが循環するのに要する時間よりも少なくとも長いように設定する。又、発電開始後の一定時間(T2)は、燃料電池の燃料利用率がほぼ定格に達するまでの時間(M)よりも少なくとも長いように設定する。かかる方法により、図2における発電開始時(O)のカソ

ードガス中の二酸化炭素の濃度を高めることができ、発電開始時の燃料利用率を高めることができる。又、図2における二酸化炭素が不足する領域(A)の発生を未然に防止することができる。

【0016】なお、図1において、20は脱硫器、21は気水分離器、22はタービン圧縮器、23は補助燃焼器、24はブロア、25は熱交換器である。

【0017】上述したように、本発明の方法によれば、改質器の燃焼室に炭化水素燃料を供給する燃料ラインを備え、燃料電池の発電開始の一定時間前から炭化水素燃料を燃焼室に供給して燃焼させるので、炭化水素燃料の燃焼により発生した二酸化炭素がカソードラインに供給され、カソードガス中の二酸化炭素の濃度を燃料電池の発電開始時から高めることができる。これにより、燃料電池の発電開始時であっても、カソードガス中の二酸化炭素を高く維持することができ、燃料利用率を高めることができる。

【0018】又、燃料電池の発電開始の一定時間後まで燃料ラインから炭化水素燃料を燃焼室に供給して燃焼させるので、発電開始後にアノード側で発生する二酸化炭素の量が十分増えるまで、炭化水素燃料の燃焼により二酸化炭素をカソード側に補給することができ、燃料利用率を円滑に高め、発電負荷を一定速度で高めることができる。従って、発電出力の円滑な上昇が可能となり、短時間に定格出力を得ることができる。

【0019】

【発明の効果】従って、本発明の燃料電池発電設備のガス濃度制御方法によれば、燃料電池の発電開始時の燃料利用率を高め、かつアノード側からカソード側までの二酸化炭素の供給遅れを低減することができ、燃料利用率及び発電出力の円滑な上昇ができ、短時間に定格出力を得ることができる、等の有益な効果を発揮することができ

る。

【図面の簡単な説明】

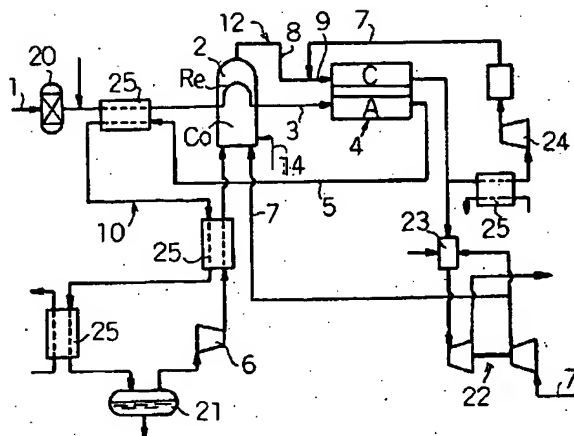
【図1】燃料電池発電設備の全体構成図である。

【図2】従来の燃料電池発電設備の起動特性を模式的に示す特性図である。

【符号の説明】

- 1 燃料ガス
- 2 改質器
- 3 アノードガス
- 4 燃料電池
- 5 アノード排ガス
- 6 ブロア
- 7 空気
- 8 燃焼排ガス
- 9 カソードガス
- 10 アノード排ガスライン
- 12 カソードライン
- 14 燃料ライン
- A アノード側
- C カソード側
- Re 改質管
- Co 燃焼室
- Q アノードガス流量
- R 燃料電池発電負荷
- Uf 燃料利用率
- S 供給二酸化炭素濃度
- N 必要二酸化炭素濃度
- O 発電開始時
- M 燃料利用率の上昇完了時
- F 定格運転時
- T1 発電開始前の一定時間
- T2 発電開始後の一定時間

【図1】



【图2】

